

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :  
[A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction].

**2 438 627**

A1

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21)

**N° 79 25044**

(54) Procédé de purification d'eau polluée.

(51) Classification internationale. (Int. Cl 3) C 02 F 1/20; B 01 D 3/14.

(22) Date de dépôt ..... 9 octobre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée aux Etats-Unis d'Amérique le 10 octobre 1978, n. 950.102.*

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 19 du 9-5-1980.

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY, résidant aux Etats-Unis d'Amérique.

(72) Invention de : Heine Lapidot et Lawrence Richard Sherinski.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine. GETSCO, 42, avenue Montaigne, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de purification de l'eau polluée et plus particulièrement un tel procédé consistant à chasser les constituants polluants de l'eau à l'aide d'air.

5 L'eau est un milieu universel utilisé dans les procédés chimiques. Elle est utilisée soit comme réactif, soit comme véhicule, soit comme milieu de séparation, soit comme milieu de lavage et dans de nombreuses autres applications. A l'oc-  
10 casion de la mise en oeuvre de procédés dans des usines chimiques, il n'est pas imprévisible que l'eau soit contaminée par des impuretés. En conséquence, et par suite des lois sur la protection de l'environnement, il est aujourd'hui nécessaire de purifier l'eau avant de la renvoyer dans l'environnement. Les commentaires ci-dessus s'appliquent aux usines de  
15 fabrication de silicones. Dans ces usines, on utilise ou on produit du benzène et du chlorobenzène, à l'occasion de la fabrication des polymères contenant des groupes phényle..  
On utilise le chlorure de méthyle dans le procédé fondamen-  
20 mental de production des méthyl-chlorosilanes. On a recours au xylène et au toluène comme solvants dans la préparation des résines de silicone. Le chlorure de vinyle qui est utilisé dans la préparation des silanes et polysiloxanes comportant des groupes vinyliques, composés silicone trouvant une vaste application dans la fabrication des compositions de caout-  
25 chouc silicone vulcanisable tant à des températures élevées qu'à la température ambiante, constitue un produit chimique également indésirable.

On notera que ces produits chimiques sont présents

dans les usines de fabrication de silicone et qu'ils se retrouvent dans les eaux usées. La plus grande partie de ces matériaux est séparée des eaux usées par décantation. Cependant, il demeure, dans ces eaux usées, de petites quantités allant de 1 à 2 % qui, dans certains cas, ne peuvent  
5 être tolérées dans des eaux renvoyées dans l'environnement.

A titre d'exemple, dans le passé, il était courant de traiter les eaux usées provenant d'une usine chimique et en particulier d'une usine de fabrication de silicones, selon le procédé suivant. On faisait passer les eaux usées dans un  
10 réservoir de flottation où toutes les impuretés flottantes étaient éliminées par écumage. Ensuite, on faisait passer les eaux usées dans une série de réservoirs où l'on ajoutait une base à l'eau de manière à la rendre alcaline. L'eau parvenait ensuite à un réservoir de précipitation où l'on éli-  
15 minait tout précipité formé par suite de la procédure d'alcalinisation. On reprenait ensuite l'eau limpide et la laissait reposer pendant une certaine période de temps puis la faisait passer dans une seconde zone de neutralisation où elle était neutralisée avec un acide. On laissait précipiter le sédiment  
20 formé, puis rejetait l'eau limpide dans l'environnement. Ce procédé était considéré comme acceptable dans le passé.

En conséquence, il était courant de renvoyer dans l'environnement de telles eaux usées purifiées contenant une quantité notable d'impuretés. Cependant par suite des lois et ré-  
25 glementations récentes en matière de protection de l'environnement, il est devenu nécessaire de purifier davantage les eaux usées de telle sorte que la quantité d'impuretés qu'elles

contiennent soit réduite en parties par million ou en parties par billion.

Il est donc devenu de plus en plus nécessaire de revoir et de modifier les procédés de purification de telle sorte que la plus grande partie, sinon la totalité, des impuretés soit éliminée des eaux usées avant leur retour dans le milieu  
5 environnant. A cette fin, on a suggéré d'utiliser un procédé de distillation pour purifier les eaux usées. Cependant, la mise en oeuvre d'un procédé de distillation utilisant un grand nombre de colonnes de distillation simplement pour pu-  
10 rifier des eaux usées est d'un prix de revient injustifié. Cela est particulièrement vrai en ce sens que, pour traiter et purifier toutes les eaux usées présentes dans une usine chimique, il faudrait avoir recours à une quantité considérable de colonnes de distillation.

15 On a également proposé d'appliquer un traitement de bio-dégradation aux eaux usées. Le seul problème, avec un tel procédé, est qu'il ne fonctionne que sur les produits chimiques bio-dégradables. Le toluène et le xylène ne sont pas bio-dégradables. De plus, la mise en oeuvre du procédé de bio-  
20 dégradation nécessite la présence d'une grande quantité de réservoirs de traitement et de repos.

En conséquence, il serait tout-à-fait souhaitable de trouver un procédé économique de purification des eaux usées provenant d'une usine chimique.

25 Les procédés d'entraînement sont bien connus. L'utilisation de la vapeur pour entraîner ou séparer des composants compris dans des mélanges liquides est connue depuis longtemps.

Ainsi, par exemple, dans une usine de fabrication de silicones, on peut utiliser un dispositif d'entraînement à la vapeur qui fait passer de la vapeur ou un gaz inerte au travers d'une solution de résine de silicone pour en entraîner ou éliminer le solvant, ne laissant ainsi que la résine de silicone solide.

- 5 La vapeur mélangée au solvant peut ensuite être reprise, la vapeur étant condensée de manière à permettre la séparation en deux phases du solvant et de l'eau. L'article intitulé "Choosing the Process for Chloride Removal" (Choisir un procédé d'élimination des chlorures) publié par M.F. Nathan dans
- 10 Chemical Engineering du 30 Janvier 1978 donne un exemple de dispositif d'entraînement à la vapeur utilisable dans une usine chimique.

- On doit noter qu'un tel entraînement à la vapeur est d'une application limitée et qu'il ne peut certainement pas
- 15 être utilisé pour purifier des eaux usées bien qu'il pourrait être employé pour éliminer des solvants ou des mélanges de solvants d'autres composants. En conséquence, il était tout-à-fait inattendu que l'on puisse utiliser de l'air pour éliminer certains composants polluants d'eaux usées industrielles.
- 20 1es. Une autre difficulté dans l'utilisation de la vapeur pour entraîner des matériaux à partir d'une solution réside dans la séparation de la vapeur ou de l'eau liquide lorsqu'on la condense à partir du solvant, c'est-à-dire que l'eau liquide peut renfermer encore une certaine quantité de solvant après
- 25 le procédé de séparation par décantation, à moins d'utiliser des procédés de séparation par distillation.

En conséquence, il était tout-à-fait souhaitable de

trouver un procédé d'entraînement qui puisse être utilisé pour éliminer des impuretés de l'eau.

Ces objectifs sont atteints par la présente invention en ce sens qu'elle apporte un procédé d'élimination de composés polluants contenus dans l'eau, qui consiste :

- 5 1. à faire passer un premier courant d'un gaz au contact d'un second courant d'eaux usées contenant des composés polluants non miscibles ou seulement légèrement solubles dans les eaux usées, et volatils, et
- 10 2. à séparer un troisième courant formé de ces eaux usées du dit gaz, troisième courant qui a une teneur en composés polluants plus petite que le second courant et à éliminer un quatrième courant formé d'un gaz séparé des eaux usées, lequel gaz renferme les composés polluants. Ce procédé peut
- 15 être accompli à une température d'eaux usées comprise entre 0 et 95°C.

Dans l'exposé ci-dessus, on entend par composés volatils des composés qui ont une pression de vapeur substantielle à la température de fonctionnement du système. Pour donner

- 20 une appréciation quantitative de la propriété de volatilité, on peut dire que les composés bouillant à 150°C ou au-dessous à la pression atmosphérique sont compris dans la catégorie des composés volatils. La valeur de 150°C ne doit cependant
- 25 laquelle le procédé d'entraînement décrit cesse de pouvoir être utilisé.

On peut mettre en oeuvre le procédé par mise en contact de l'air avec les eaux usées, par exemple en faisant passer



l'air au travers de réservoirs dans lesquels les eaux usées sont rapidement agitées. Le meilleur type de contact envisagé est celui que l'on obtient dans une colonne garnie. Le volume de la colonne garnie est déterminé par l'équation :

$$5 \quad N = (k_L a) V (\Delta C)_m$$

dans laquelle :

- N est le poids de composé polluant exprimé en kg x 0,453 à éliminer par heure,
- V est le volume du garnissage exprimé en  $\text{dm}^3$  x 28,316
- 10 -  $(k_L a)$  est le coefficient de transfert de masse exprimé en  $\text{kg}$  x 0,453 de composé polluant éliminé par heure, par  $\text{dm}^3$  x 28,316 et par unité de gradient de concentration, et
- $(\Delta C)_m$  est la moyenne logarithmique du gradient de concentration.
- 15 La moyenne logarithmique du gradient de concentration peut être simplement obtenue en traçant sur un graphique la courbe d'équilibre à partir de données expérimentales qui montre à diverses concentrations les valeurs d'équilibre du pourcentage de composés polluants dans l'eau par rapport au
- 20 pourcentage de composés polluants dans l'air avec lequel il est en équilibre. A cette courbe on ajoute la courbe de fonctionnement, c'est-à-dire la courbe à laquelle on désire que la colonne fonctionne avec 0 % de composés polluants dans l'air, c'est-à-dire la concentration du composé polluant dans
- 25 l'eau et l'air entrant dans la colonne et sortant de la colonne. Le pourcentage de composé polluant dans l'air forme l'axe vertical du graphique et le pourcentage de composé polluant dans l'eau forme l'axe horizontal de ce dernier.

A partir de ces deux courbes, la verticale du graphique est le gradient de concentration et la moyenne logarithmique peut être facilement obtenue. Les étages théoriques de la colonne garnie peuvent également être obtenus facilement à partir de  
5 ce graphique par des procédés qui sont bien connus et qui seront expliqués ci-dessous.

Il est évident qu'il est nécessaire de disposer de données expérimentales réelles pour calculer le volume de la colonne garnie et ces données expérimentales doivent être obtenues par rapport au composé polluant qui doit être éliminé.  
10 S'il y a divers composés polluants à éliminer, les dimensions de la colonne garnie doivent être calculées à partir des données d'équilibre de chaque composé polluant. Ensuite, on choisit pour la colonne garnie le volume qui convient à l'élimination  
15 tion de tous les composés polluants au degré voulu.

La présente invention comporte deux aspects. L'un de ces aspects est le fait que des impuretés peuvent être éliminées de l'eau et en particulier des quantités mineures d'impuretés par un entraînement à l'aide d'air ou d'un gaz inerte.

20 Antérieurement à la présente invention, on avait déjà noté que des quantités mineures d'impuretés présentes dans l'eau pouvaient en être éliminées par entraînement à l'aide d'air ou d'un gaz inerte. Les travaux antérieurs existant dans ce domaine portaient soit sur l'entraînement à la vapeur ou un  
25 autre type d'entraînement en vue de l'élimination de solvants ou d'autres composants à partir d'un mélange liquide par une technique d'entraînement. La présente invention repose sur la découverte que l'on peut éliminer de l'eau des impuretés en

utilisant cette technique avec pour résultat une efficacité dans l'élimination telle que l'eau usée est pratiquement purifiée.

Le second aspect de la présente invention est la conception et la mise en pratique de l'élimination des impuretés de l'eau par un procédé d'entraînement à l'air ou à l'aide d'un gaz inerte dans une colonne garnie et le calcul du volume de cette colonne garnie, tant en ce qui concerne sa hauteur que son diamètre, en utilisant les techniques qui seront décrites ci-dessous. Ce procédé diffère de celui qui a été précédemment décrit par R.W. Shade dans sa demande de brevet intitulée "Procédé d'élimination des composés polluants des eaux usées issues des procédés de fabrication de silicones" en ce sens qu'elle décide quelles impuretés sont éliminables de l'eau usée et qu'elle apporte un procédé permettant de déterminer le volume de la colonne, c'est-à-dire la hauteur aussi bien que la section transversale.

Pour entrer dans les détails, il y a deux conditions qui doivent être satisfaites pour mettre en oeuvre l'entraînement à l'air selon la présente invention. La première est que l'impureté doit être non miscible ou seulement légèrement miscible, c'est-à-dire soluble, avec l'eau usée. De préférence, elle est totalement non miscible à l'eau usée. Cependant aussi longtemps que les impuretés ne sont que partiellement miscibles ou solubles dans l'eau usée, le procédé selon l'invention peut être appliqué. On doit noter que lorsque la non miscibilité est totale le matériau peut être décanté. Cependant, il reste dans l'eau usée de petites quantités de

matériaux qui excèdent les tolérances prévues dans les réglementations sur la protection de l'environnement. En conséquence, on préfère, pour la mise en oeuvre de l'invention, que l'impureté soit non miscible ou seulement partiellement miscible à l'eau. Par partiellement miscible on entend qu'une  
5 quantité donnée d'eau ne contient pas plus de 0,5-2 % en poids d'impuretés dissoutes. Les termes "non miscible" ou "partiellement miscible" sont expliqués dans des traités classiques de chimie physique tel que l'ouvrage "Physical  
10 Chemistry" de Gilbert W. Castellan - Addison-Wesley Publishing Company.

L'autre nécessité pour que l'impureté puisse être éliminée de l'eau usée est qu'elle ait une certaine volatilité c'est-à-dire que l'impureté doit avoir une pression de vapeur  
15 suffisamment élevée pour être entraînée et éliminée par l'air traversant l'eau usée. En conséquence, on préfère que l'impureté ait un point d'ébullition de 150°C ou moins.

Ainsi, avec la présente invention et pour que le procédé d'entraînement à l'air fonctionne, c'est-à-dire pour que  
20 un gaz inerte ou de l'air puissent être utilisés pour purifier de l'eau usée par entraînement, il est nécessaire que l'impureté soit non miscible ou seulement partiellement miscible à l'eau selon les exigences indiquées ci-dessus et qu'elle ait un point d'ébullition de 150°C ou moins. Si elle  
25 est plus soluble que la valeur indiquée ci-dessus, elle ne sera pas éliminée si efficacement qu'on le souhaite. Si elle a un point d'ébullition supérieur à 150°C, elle ne sera pas non plus éliminée aussi efficacement qu'on le souhaite.

Par élimination aussi efficace qu'on le souhaite on entend que 99,99 % en poids de l'impureté peuvent être éliminés dans une colonne garnie par entraînement à l'air de l'eau usée en utilisant une colonne garnie dont la hauteur n'excède pas 45 mètres. Il est évident naturellement que l'on  
5 pourrait utiliser une colonne garnie plus haute, mais, dans ce cas, on arrive à une construction très coûteuse.

En conséquence, pour utiliser une colonne de taille raisonnable et obtenir une élimination des impuretés dans une grande proportion, telle que 99,99 %, à l'aide d'air  
10 comme gaz d'entraînement il est important que les facteurs de non miscibilité et de point d'ébullition mentionnés ci-dessus soient satisfaits. Cependant, on doit noter que la présente invention peut fonctionner pour éliminer des impuretés ayant un point d'ébullition supérieur à 150°C, mais  
15 dans ce cas l'élimination ne peut atteindre 99,99 % en poids.

On doit noter également que la présente invention a pour but d'éliminer au moins 40 % en poids des impuretés contenues dans l'eau usée à 99,99 % ou plus de ces impuretés. Pour obtenir une telle élimination, il est important dans la  
20 pratique de calculer le volume de la colonne pour des débits-masse de l'eau et de l'air conformément à la pratique.

Ainsi pour un fonctionnement et une construction pratiques de la colonne, il est important que le débit-masse de l'eau soit compris entre 95 et 2950 kg par heure et  
25 par  $\text{dm}^2$  de section transversale de colonne et que le débit-masse de l'air soit compris entre 5 et 150 kg par heure et par  $\text{dm}^2$  de section transversale de cette dernière.

On doit noter que les débits-masse de l'eau et de l'air varient en fonction du pourcentage d'élimination des impuretés que l'on souhaite dans la colonne et en fonction des dimensions de la colonne. Cependant pour obtenir néanmoins au moins 40 % d'élimination des impuretés de l'eau usée et pour utiliser une colonne ayant un diamètre pratique, il est souhaitable, bien  
5 que non critique, que les débits-masse ci-dessus, pour l'air et l'eau soient maintenues dans la colonne.

On doit noter que l'on peut utiliser un gaz inerte pour entraîner les impuretés contenues dans l'eau, telles que par  
10 exemple de l'azote.

L'azote gazeux et les impuretés qu'il entraîne peuvent être introduits dans un condenseur dans lequel l'azote est refroidi considérablement, de telle manière que les gaz ou impuretés entraînés passent à l'état de liquides ou de solides qui peuvent ensuite être séparés du gaz refroidi et éliminés convenablement. Cependant, dans une usine utilisant un incinérateur, l'emploi de l'air pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention présente des avantages considérables. Ainsi, on peut faire passer de l'air qui est  
15 facilement disponible, et en particulier de l'air propre, au travers de la colonne pour éliminer les impuretés entraînées. On peut faire ensuite passer l'air comme air de combustion dans l'incinérateur où les impuretés peuvent être brûlées en sous-produits inoffensifs, tels que le dioxyde de  
20 carbone et l'eau qui sont ensuite chassés dans l'atmosphère. Toutes les impuretés ou la plupart d'entre-elles qui peuvent être éliminées par mise en oeuvre du procédé selon l'invention

sont des hydrocarbures.

En conséquence, les sous-produits de la combustion de tels matériaux sont l'eau et le dioxyde de carbone. Si donc l'usine possède un incinérateur la purification de l'eau usée devient considérablement simplifiée en ce sens que l'air peut  
5 être utilisé pour débarrasser l'eau de ses impuretés, puis être simplement employé comme air de combustion pour éliminer et brûler les impuretés qu'il a entraînées. Lorsqu'il n'y a pas d'incinérateur disponible ou qu'il ne peut pas en être installé, on peut utiliser un gaz inerte pour accomplir la  
10 procédure d'entraînement. Cependant l'utilisation d'un gaz inerte qui doit être recyclé augmente le coût du procédé. On doit noter que le procédé selon l'invention peut être accompli à n'importe quelle température entre le point de congélation de l'eau et le point d'ébullition de l'eau. Tant  
15 que l'eau est sous forme liquide, elle peut être débarrassée de ses impuretés par le procédé selon l'invention. On doit également noter qu'il existe une autre limitation de température pour la mise en oeuvre du procédé, à savoir le point d'ébullition des impuretés car si la température de l'eau  
20 est supérieure au point d'ébullition des impuretés, une partie de celles-ci peut être chassée vers l'atmosphère, ce qui en fonction de l'emplacement de l'usine peut être indésirable.

En conséquence, le procédé selon l'invention peut être accompli à une température comprise entre 0 et 95°C et mieux  
25 entre 0 et 60°C. De préférence encore il est accompli à la température ambiante. On doit cependant noter que si l'eau usée est déjà chauffée par suite du procédé dans lequel elle

a été utilisée, par exemple à une température de 40-50°C elle peut être utilisée dans le procédé selon l'invention sans avoir à être refroidie. De préférence, comme indiqué précédemment, l'entraînement est accompli à la température ambiante du fait que ce mode de mise en oeuvre ne nécessite ni chauffage ni refroidissement spécial de l'eau usée. Les impuretés ayant un bas point d'ébullition peuvent être éliminées facilement de l'eau usée sans être chassées dans l'atmosphère. Un avantage important de l'invention telle qu'elle est mise en pratique est le fait que l'entraînement de l'eau usée est accompli dans une colonne garnie.

On doit noter que l'utilisation d'une colonne garnie constitue un mode de mise en oeuvre préféré selon l'invention mais qu'il ne s'agit pas nécessairement du seul moyen pouvant être utilisé. Par exemple, il est seulement nécessaire que l'air vienne en contact avec l'eau pendant un temps suffisant pour que l'impureté puisse être entraînée à partir de l'eau usée pour passer dans l'air ou le gaz inerte.

Cet entraînement peut être accompli dans n'importe quel dispositif ou appareil qui permet un contact suffisant entre l'eau usée et le gaz inerte ou l'air. Dans la suite de la description, on ne se référera qu'à l'air, mais on doit comprendre qu'un gaz inerte peut être aussi utilisé comme milieu d'entraînement comme indiqué jusqu'ici.

Plus particulièrement le contact entre l'air et l'eau usée peut se faire dans des réservoirs dans lesquels il y a une agitation suffisante et il peut y avoir une série de réservoirs sous agitation, montés en série, dans lesquels l'eau



usée passe successivement tandis que l'air s'écoule à contre courant dans ces mêmes réservoirs, ce procédé pouvant être utilisé pour entraîner les impuretés de l'eau usée. On peut comprendre que ce procédé n'est pas aussi efficace que l'usage d'une colonne garnie.

On peut utiliser n'importe quel procédé qui agite ou met en contact de l'air avec l'eau pour entraîner les impuretés contenues dans l'eau, à condition que les critères de point d'ébullition et de non miscibilité indiqués plus haut soient respectés. On a cependant constaté que les moyens les plus efficaces pour mettre en oeuvre le procédé sont constitués par une colonne garnie. La raison en est qu'une colonne garnie permet un contact maximum entre l'air et l'eau usée et qu'elle constitue donc le dispositif le plus efficace de mise en contact et d'entraînement des impuretés à partir de l'eau usée.

De plus, une colonne garnie occupe l'espace le plus réduit du fait qu'il s'agit normalement d'une structure verticale semblable à une colonne de distillation qui, donc, n'encombre pas l'espace horizontal de l'usine.

On doit noter que le point d'ébullition qui a été donné pour permettre à l'impureté d'être éliminée de l'eau usée pouvant atteindre 150°C ou moins et mesurer sous une pression de 760 mm de mercure et que ce point d'ébullition peut varier s'il a été déterminé à des pressions inférieures ou supérieures. Le volume de la colonne garnie peut être ensuite déterminé par l'équation de transfert de masse. Cette équation de transfert de masse est la suivante :

$$N = (k_L a) V (\Delta C)_m$$

dans laquelle N est le poids exprimé en kg x 0,453 de composé polluant ou d'impuretés à éliminer par heure ; V est le volume de garnissage dans la colonne exprimé en  $\text{dm}^3$  x 28,31 ;  
5  $(k_L a)$  est égal au coefficient de transfert de masse exprimé en kg x 0,453 de composé polluant éliminé par heure et par  $\text{dm}^3$  x 28,31 par unité de gradient de concentration et  $(\Delta C)_m$  est la moyenne logarithmique du gradient de concentration. Pour utiliser l'équation ci-dessus en vue de déter-  
10 miner le volume de la colonne garnie, on a besoin de certaines données empiriques.

Les données empiriques nécessaires pour déterminer la quantité  $(\Delta C)_m$  sont obtenues comme le montre la figure 1. La figure 1 est un graphique de la courbe d'équilibre et de  
15 la courbe de fonctionnement d'un composé polluant ou d'une impureté particuliers dans l'eau et dans l'air. On doit noter que si le gaz n'est pas l'air, la courbe d'équilibre doit avoir été déterminée pour le gaz en question. La courbe d'équilibre 200 correspond au pourcentage de composé polluant  
20 dans l'air par rapport au pourcentage de composé polluant dans l'eau pour une certaine température et est indiquée sur le graphique. Cette courbe d'équilibre est déterminée empiriquement, simplement en prenant des échantillons et en déterminant le pourcentage de composé polluant dans l'eau et dans  
25 l'air au-dessus de l'eau qui est en équilibre avec l'eau et en déterminant la concentration de l'impureté ou du composé polluant dans l'air pour cette température. Une fois que les valeurs ont été déterminées pour différentes concentrations

du composé polluant dans l'eau et l'air, on peut tracer la courbe d'équilibre du pourcentage de composé contaminant dans l'air par rapport au pourcentage de composé contaminant dans l'eau. Ensuite on trace la courbe de fonctionnement 210.

- 5 Cette courbe de fonctionnement est une ligne droite et est déterminée en un point 220. A ce point, il y a 0 % de composé polluant dans l'air et un certain pourcentage de composé polluant laissé dans l'eau usée au moment où elle quitte la colonne. Ce point 220 constitue une extrémité de la courbe
- 10 de fonctionnement 210. L'autre point de la courbe de fonctionnement 225 est déterminé par le pourcentage de composé polluant dans l'eau usée qui pénètre dans la colonne garnie par rapport au pourcentage de composé polluant que l'on désire avoir dans l'air au moment où celui-ci ressort de la
- 15 colonne garnie. Entre ces deux points 225 et 220, on trace une ligne droite qui est la courbe de fonctionnement 210.

On doit noter qu'avec la courbe d'équilibre 200, un point se trouve où l'axe vertical rencontre l'axe horizontal 230 du fait que s'il y a 0 % de composé polluant dans l'eau

20 il y aura 0 % de composé polluant dans l'air. Les autres points de la courbe d'équilibre 200 seront déterminés de façon empirique, comme indiqué précédemment, ou évalués d'une autre manière. La distance verticale entre la courbe d'équilibre et la courbe de fonctionnement, tel qu'en 240, est

25  $\Delta C$  ou le gradient de concentration. La moyenne des distances verticales entre la courbe de fonctionnement et la courbe d'équilibre est  $(\Delta C)_m$  utilisée dans l'équation (1) ci-dessus.

Il est seulement nécessaire ensuite de déterminer la valeur de  $(k_L a)$  pour déterminer le volume de garnissage de la colonne. La valeur du coefficient de transfert de masse est également déterminée empiriquement et, dans certains cas, elle peut être indiquée par le fabricant de colonnes garnies pour un type de garnissage particulier. Cependant, un meilleur moyen de déterminer le coefficient de transfert de masse consiste à prendre un type particulier de garnissage et un composé polluant particulier et de faire passer ce composé polluant particulier dans une colonne garnie d'une usine pilote. Dans une telle colonne garnie d'usine pilote, tous les facteurs de l'équation seront connus, excepté  $(k_L a)$ . En conséquence, le coefficient de transfert de masse  $(k_L a)$  peut être facilement déterminé pour un type particulier de composé polluant ou d'impureté pour un certain type de garnissage, un certain type de gaz et une certaine vitesse d'écoulement de ce gaz. On doit noter que le coefficient de transfert de masse est fonction du débit-masse du gaz ou de l'air, du débit-masse de l'eau et du type de garniture. On doit également noter que pour un type particulier de garnissage, ce coefficient doit être déterminé empiriquement en fonction du type particulier de composé polluant. On doit encore noter que, bien que le coefficient de transfert de masse soit déterminé pour des débits d'air et d'eau inférieurs dans une colonne d'usine pilote, il est possible d'extrapoler la valeur par des techniques bien connues pour l'adapter à la colonne qui sera construite dans la pratique. Le coefficient de transfert de masse a été déterminé pour un composé polluant particulier

et pour un type particulier de garnissage dans la colonne de l'usine pilote et il peut être extrapolé aux conditions d'écoulement réel d'air et d'eau dans la colonne à construire. Le volume de garnissage peut ensuite être déterminé à partir de l'équation 1. Une fois que cela a été fait, on peut calculer le diamètre de la colonne garnie. Cela est accompli par des procédés bien connus de l'homme de métier, procédés qui sont par exemple décrits dans les publications suivantes :

- 1) Tower Packings and Packed Tower design (Garnissage de tours et conceptions de tours garnies), de M. Leva, publié par la United States Stoneware Company, Akron, Ohio
- 2) Perry's Chemical Engineers' Handbook (Manuel de l'Ingénieur chimiste de Perry), Perry, Chilton et Kirkpatrick Editors, publié par McGraw-Hill Book Company, 4ème Edition, chapitre 18
- 3) Technical Data Related to Tower Packing (Données techniques relatives au garnissage des tours), série de données publiées par la U.S. Stoneware Co., Akron, Ohio.

Le diamètre de la colonne est également fonction du débit-masse de l'air et du débit-masse de \_\_\_\_\_

l'eau usée. Ainsi, selon le procédé décrit dans les publications ci-dessus, une fois que les débits-masse du gaz

et du liquide ont été déterminés, et pour un certain type de garnissage, le diamètre peut être facilement calculé. Une fois que le diamètre de la colonne est obtenu, on peut déterminer la hauteur de cette dernière.

On doit noter que pour chaque composé polluant qui doit être éliminé, il est nécessaire de faire une évaluation de  $\Delta C$  selon la figure 1, de manière à déterminer le composé polluant qui donne le plus petit  $\Delta C$ . Une fois que le plus petit  $\Delta C$  est déterminé pour une série de composés polluants, on peut déterminer le volume minimal de la colonne et ainsi la hauteur minimale de la colonne, de manière à aboutir à la séparation voulue selon le procédé de l'invention.

On doit noter que l'on peut tracer une série de courbes d'équilibre pour une série de composés polluants présents dans l'eau usée et que le  $\Delta C$  déterminé pour chacun d'eux, ou sur la base d'une évaluation approximative, et la courbe qui apparaît donner le plus petit  $\Delta C$  moyen peuvent être ensuite évalués en vue de leur utilisation dans l'équation 1. Une fois que le  $\Delta C$  moyen minimal a été déterminé, on peut l'utiliser pour calculer le volume minimal de la colonne garnie, et à partir de la connaissance des débits-masse voulus de gaz et de liquide dans la colonne garnie, on peut déterminer la hauteur minimale de la colonne garnie pour un type particulier de garnissage.

Il existe un autre moyen de déterminer la hauteur de la colonne ou le volume de la colonne selon la présente invention et ce, à partir de la figure 1. On peut tracer une série de lignes horizontales et verticales sous la forme d'un triangle tel que les lignes 245 et 255, chaque triangle constituant un étage théorique nécessaire dans la colonne garnie. En commençant avec une telle série de triangles tracés depuis le point de départ de la courbe de fonctionnement, c'est-à-dire

le point 225 qui représente les concentrations en composé contaminant dans l'eau entrant dans la colonne garnie et dans l'air sortant de cette colonne et en traçant ces séries de lignes horizontales et verticales vers le bas au travers de la zone comprise entre les courbes de fonctionnement et d'équilibre, jusqu'à ce que l'on arrive au point 220, c'est-à-dire le point de la courbe de fonctionnement pour lequel de l'air non contaminé pénètre dans la colonne garnie, comme le montre la ligne en pointillés 265, on obtient une série de triangles depuis le point 225 jusqu'au point 265 de la courbe de fonctionnement de la figure 1.

En comptant ces triangles on arrive au nombre d'étages théoriques de la colonne garnie qui sont nécessaires pour accomplir la séparation voulue. Une fois que le nombre de ces étages théoriques est connu, on peut déterminer la hauteur de la colonne garnie. L'homme de métier peut se référer à l'ouvrage Perry & Chilton's Chemical Engineer's Handbook, 5ème édition, publié par McGraw-Hill Company, pour déterminer la hauteur de chaque étage théorique une fois que les données empiriques ci-dessus sont connues, c'est-à-dire les données indiquées à la figure 1.

On doit noter que s'il faut éliminer une série de composés polluants ou d'impuretés dans la colonne garnie, on doit tracer la courbe d'équilibre pour ces matériaux, comme sur la figure 1, après quoi l'on prendra la courbe d'équilibre la plus proche de la courbe de fonctionnement pour déterminer le nombre d'étages théoriques, et une fois que les étages théoriques seront connus, on pourra déterminer la hauteur de

la colonne garnie. Ensuite, à partir des débits-masse de l'air et du liquide qui doivent se faire dans la colonne garnie, on peut déterminer le diamètre de cette colonne par le procédé indiqué précédemment, qui était utilisé dans le cas où le volume de la colonne garnie était déterminé par l'équation de transfert de masse de la formule 1. Comme indiqué précédemment, lorsque l'on doit éliminer une série de composés polluants de la colonne garnie, on doit tracer les courbes d'équilibre comme indiqué pour l'un des composés polluants à la figure 1 et ensuite on utilise la courbe la plus proche de la courbe de fonctionnement pour déterminer le nombre d'étages théoriques. A partir des données empiriques et en utilisant le manuel de Perry, on peut déterminer la hauteur de la colonne pour aboutir à la séparation de toutes les impuretés concernées par le graphique en ne laissant qu'une quantité aussi réduite que possible de ces dernières dans l'eau usée. Bien que l'on puisse utiliser les deux méthodes de calcul pour déterminer le volume de la colonne ainsi que sa hauteur, on préfère avoir recours aux deux méthodes et utiliser le calcul qui donne l'estimation la plus prudente.

On doit noter qu'en utilisant la méthode ci-dessus, on peut déterminer le diamètre et la hauteur de la colonne garnie pour un groupe de composants polluants ou d'impuretés, tel que la colonne qui séparera et accomplira la séparation voulue des impuretés contenues dans l'eau usée. Comme indiqué précédemment, les deux facteurs principaux dans la détermination du type d'impuretés qui peuvent être séparées de l'eau usée sont la non-miscibilité de l'impureté dans l'eau usée et la volatilité de cette impureté. A titre d'exemple, on



peut citer les impuretés suivantes qui répondent à ces critères et qui peuvent être entraînées à raison, en général, d'au moins 40 % et de préférence d'au moins 99,99 % en poids des eaux usées : le benzène, le chlorobenzène, le xylène, le  
5 toluène, le chlorure de méthyle, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone, le trichloroéthylène, le dichloro-1-2 éthane, le perchloro-éthylène, le dichloro-1-2-propane, l'hexachloroéthane, le chlorure d'allyle, le chlorure d'isopropyle, le trichloro-1-2-3-propène, le dichloro-2-3-propène,  
10 le chlorure de vinyle, le dichlorure d'éthylène, le trichloro-1-1-1-éthane, le dichlorobenzène, etc.

En utilisant ce procédé, on peut obtenir de l'eau usée purifiée dans laquelle les impuretés ci-dessus ont été éliminées à raison d'au moins 40 % et de préférence d'au moins  
15 99,99 % en poids. On doit noter que la liste ci-dessus n'est pas limitative, car d'autres impuretés peuvent être éliminées pour autant qu'elles entrent dans les gammes de volatilité et de non-miscibilité discutées précédemment. Ces autres impuretés n'ont pas été citées pour ne pas allonger  
20 inutilement la description. On peut utiliser la colonne, selon la présente invention, comme colonne garnie dans n'importe quel procédé de purification de l'eau convenable pour entraîner et éliminer des quantités mineures d'impuretés à partir de l'eau usée ou des quantités majeures d'impuretés  
25 de cette eau usée en vue de l'élimination ultérieure des quantités mineures résiduelles.

On doit noter que les quantités majeures des impuretés indiquées ne sont pas nécessairement éliminées par mise en

oeuvre du procédé selon l'invention, car elles peuvent l'être par décantation, après quoi les quantités mineures d'impuretés résiduelles peuvent être éliminées par mise en oeuvre de cette invention en utilisant la technique d'entraînement à l'air dans une colonne garnie.

Un procédé commode et efficace d'utilisation de la colonne garnie selon l'invention, est le procédé de purification d'eau usée représenté à la figure 2. La figure 2 est un diagramme schématique d'un procédé complet de purification d'eau usée utilisant la colonne d'entraînement à l'air pour éliminer des quantités mineures d'impuretés contenues dans l'eau usée.

Une fois que les quantités majeures d'impuretés ont été éliminées de l'eau usée par décantation, celle-ci est acheminée par la conduite 10 dans un réservoir de flottation 12 dans lequel un bras d'écumage 16 appartenant à un appareil d'écumage 14 balaye les impuretés flottant à la surface des eaux usées pour les faire passer dans l'ouverture 18 d'un déversoir par lequel ces impuretés sortent du réservoir de flottation 12 par la conduite 22 pour être évacuées comme on le désire. L'eau usée purifiée, débarrassée des impuretés flottantes, passe ensuite par l'ouverture 24 et la conduite 28 dans une série de réservoirs d'ajustage du pH 32, 40 et 48, les réservoirs 32 et 40 étant réunis par la conduite 36 et les réservoirs 40 et 48 étant réunis par la conduite 44. Les réservoirs d'ajustage de pH 32, 40 et 48 sont pourvus d'agitateurs 50, 54 et 60 agitant l'eau usée dans les réservoirs respectifs.

On doit noter que le réservoir de flottation est prévu pour l'élimination des impuretés flottantes de l'eau usée. Ensuite, l'eau usée passe par les réservoirs d'ajustage de pH 32, 40 et 48, de telle sorte que l'eau usée peut être neutralisée ou rendue alcaline à l'aide d'une base. Cette eau usée est légèrement acide du fait qu'elle est issue d'une usine de fabrication de silicones et le procédé illustré à la figure 2 est un exemple de traitement d'eau usée provenant d'une telle usine. De la bouillie de chaux contenue dans un réservoir 66 est acheminée par les conduites 68, 72 et 76 dans les réservoirs d'ajustage de pH 32, 40 et 48. Le but de l'introduction de bouillie de chaux dans l'eau usée contenue dans les réservoirs d'ajustage de pH est de lentement neutraliser ou alcaliniser l'eau usée au fur et à mesure de son passage d'un réservoir à l'autre, ces réservoirs étant réunis en série. L'eau neutralisée est ensuite acheminée depuis le réservoir 48 vers le réservoir clarificateur 82 par la conduite 80. Il est à noter qu'il y a une autre raison à la neutralisation de l'eau usée dans les réservoirs en aval du réservoir de flottation 12, à savoir que l'on fait ainsi précipiter les impuretés contenues dans l'eau usée qui sont solubles en milieu acide.

Dans le réservoir de clarification 82 l'eau usée neutralisée est laissée de manière à permettre aux impuretés qui ne sont pas solubles en milieu neutre ou alcalin de précipiter. Les impuretés précipitées se déposent sur le fond conique 84 du réservoir clarificateur et sont évacuées par la conduite 86 vers une zone de rejet. Le trop-plein du réservoir

voir clarificateur passe par l'ouverture 90 d'un déversoir, s'écoule par la conduite 94 et parvient à un réservoir collecteur 96. Celui-ci communique par une conduite 98 avec un bassin de trop-plein 100 formant tampon. L'eau usée provenant

5 du réservoir collecteur 96 est ensuite aspirée le long de la conduite 102 par la pompe 104, puis acheminée le long de la conduite 106 vers la partie supérieure de la colonne garnie 110. La colonne garnie 110 dans laquelle l'entraînement à l'air est mis en oeuvre selon la présente invention comprend

10 une garniture de colonne 114, un orifice d'air au sommet 112 de la colonne et une partie inférieure 118 de colonne qui est remplie d'eau purifiée comme un réservoir. De l'air propre est pompé le long de la conduite 120 par la pompe 124 et acheminée le long de la conduite 128 vers le bas de la colonne 110

15 pour passer au travers de la colonne garnie et sortir le long de la conduite 132 à la partie supérieure de cette colonne. L'air contenant les composés polluants sortant à la partie supérieure de la colonne 110 est acheminé par la conduite 132 dans un incinérateur où les impuretés de l'air sont brûlées

20 et ce faisant transformées en constituants inoffensifs. L'eau purifiée dans la tour d'entraînement que constitue la colonne garnie 110 passe ensuite depuis le réservoir 118 constitué par le fond de cette tour d'entraînement via la conduite 136 dans une série de réservoirs 138, 142 et 146.

25 Une légère quantité d'acide tel que l'acide chlorydrique est pompée depuis un réservoir et acheminée par une conduite 150 dans le premier des réservoirs de contre-neutralisation et plus particulièrement le réservoir 138, de manière à neutra-

liser toute alcalinité résiduelle de l'eau. L'eau passe ensuite au travers de la série de réservoirs 138, 142 et 146, du réservoir ayant le niveau le plus haut au réservoir ayant le niveau le plus bas par déversement, comme on le voit à la figure 2. La neutralisation est motivée par le fait que l'étape d'ajustage du pH a pu rendre l'eau alcaline.

Ainsi l'eau sera neutralisée à pH 7 avant d'être évacuée dans le milieu environnant. L'eau neutralisée peut être pompée depuis le réservoir 146 de contre-neutralisation le long d'une conduite 154 vers un bassin pour une phase de repos supplémentaire ou vers le milieu ambiant, comme on le souhaite.

On doit noter que le réservoir collecteur 96 est réuni à un bassin de trop-plein 100 par une conduite 98. La raison en est que si, pour une cause ou pour une autre, le trop-plein d'eau usée provenant du réservoir clarificateur 82 baisse au point qu'il n'y ait plus suffisamment d'eau dans le réservoir collecteur 96 pour être pompée vers la colonne garnie ou colonne d'entraînement 110, l'eau contenue dans le bassin de trop-plein 100 reviendra vers le réservoir collecteur 96 par la conduite 98 maintenant ainsi un volume suffisant d'eau dans ce réservoir collecteur pour assurer un écoulement continu de l'eau usée par la conduite 102, la pompe 104 et la conduite 106 vers la colonne 110 de façon à conserver cette colonne en fonctionnement continu. Pour l'efficacité maximale de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, il est en effet préférable que cette colonne ou tour d'entraînement 110 fonctionne en continu.

On doit noter que le procédé de purification de l'eau complet tel qu'illustré à la figure 2 n'est donné qu'à titre d'exemple. S'il s'agit d'un procédé préféré pour usine de fabrication de silicones, ce n'est pas là la seule application possible de ce procédé. La présente invention repose sur la détermination des impuretés pouvant être éliminées de l'eau usée en utilisant les principes de la non-miscibilité et de la volatilité, ainsi que de l'entraînement à l'aide d'air des impuretés contenues dans l'eau usée, entraînement qui est, de préférence, accompli dans une colonne garnie.

On doit également noter que, bien que le procédé selon l'invention ait été décrit en référence au traitement d'eaux usées provenant d'usines de fabrication de silicones, ce procédé n'est pas limité au traitement d'eaux provenant de telles usines.

Le procédé selon l'invention peut être utilisé pour purifier de l'eau usée provenant de n'importe quel type et de tous types d'usines, si les impuretés contenues dans les eaux usées répondent aux critères indiqués précédemment pour leur élimination.

En conséquence, les principes et le procédé selon la présente invention, c'est-à-dire l'entraînement à l'aide d'un gaz des impuretés contenues dans de l'eau usée utilisant les critères indiqués précédemment, peuvent être utilisés dans le cadre de n'importe quel procédé pour purifier de l'eau usée issue de n'importe quel type d'usine chimique ou autre, notamment une usine de fabrication de silicones, en vue de purifier l'eau usée.

Dans les exemples qui suivent, les quantités indiquées en parties visent des parties en poids.

Exemple 1

1. Données d'une usine pilote

- 5 On a utilisé une colonne garnie de 0,31 m. de diamètre contenant 127,42 dm<sup>3</sup> d'anneaux de Pall en matière plastique de 38,1 mm avec une hauteur totale de section garnie de 1,752 m.; un débit-masse d'eau de 4.312,8 kg/h ou
- $$\frac{591 \text{ kg H}_2\text{O}}{h \times \text{dm}^2} \text{ et un débit-masse d'air de } 304,8 \text{ kg/h}$$
- 10 ou  $\frac{41,79 \text{ kg air}}{h \times \text{dm}^2}$

Concentration en toluène dans l'eau à l'entrée : 42 ppm

Concentration en toluène dans l'eau à la sortie: 20 ppm

Concentration en toluène dans l'air à l'entrée : 0 ppm

Concentration en toluène dans l'air à la sortie: 316 ppm.

- 15 A partir de la figure 3 qui montre graphiquement les relations des concentrations ci-dessus et de la courbe d'équilibre (estimées à partir des données physico-chimiques des composants), on peut calculer que le degré de l'entraînement du toluène à partir de l'eau est équivalent à 0,564 étage
- 20 théorique. Par conséquent, la hauteur d'un étage théorique est de :

$$H = \frac{1.752,6 \text{ mm}}{0,564} = 3,11 \text{ m.}$$

- A partir de cette donnée, on a déterminé la taille de l'équipement nécessaire pour traiter 453.600 kg/h d'eau contenant
- 25 200 ppm de toluène de façon que l'eau traitée ne contienne pas plus de 5 ppm de toluène, la quantité maximale d'air pouvant

être utilisée de manière à pouvoir être ensuite employée avec succès dans un incinérateur étant de 4.536 kg air par heure.

Le graphique de la figure 4 montre les conditions ci-dessus ainsi que la nécessité d'utiliser 6 étages théoriques.

- 5 Dimensionnement de la colonne (approximativement) :

Hauteur de la section garnie :

$$H = (\text{hauteur d'un étage théorique}) \times (\text{nombre d'étages}) = 3,11 \times 6 = 18,66 \text{ m.}$$

Diamètre :

- 10 Pour traiter 453.600 kg/h au même débit-masse que — dans l'usine pilote, la section transversale A nécessaire est :

$$A = \frac{453.600}{591} = 767,51 \text{ dm}^2$$

ce qui donne un diamètre D de :

- 15  $D = 3,12 \text{ m.}$

A ce stade, le débit-masse d'air dans une unité à échelle industrielle ne correspondra pas à celle de l'usine pilote. Le procédé ci-dessus devra être répété avec d'autres combinaisons des débits-masse d'eau et d'air en kg/h et

- 20 par  $\text{dm}^2$  jusqu'à ce que l'on trouve des caractéristiques de colonne extrapolées qui correspondent à celles de l'usine pilote.

#### Exemple 2

Dans une colonne garnie de  $127,42 \text{ dm}^3$  d'anneaux de Pall en matière plastique de 38,1 mm avec un débit-masse

- 25 d'eau de  $L = 311 \text{ kg H}_2\text{O/h} \times \text{dm}^2$  et un débit-masse d'air  $G = 39,74 \text{ kg air/h} \times \text{dm}^2$ , le gradient de concentration moyenne du toluène  $(\Delta C)_m$  entre l'eau et l'air est de
- $$(\Delta C)_m = 196 \text{ ppm toluène (par rapport à l'eau)}$$



Quantité de toluène, N, éliminée de l'eau :

$$N = 0,283 \text{ kg de toluène/h.}$$

Coefficient de transfert de masse :

$$(k_L a) = \frac{N}{V (\Delta C)_m} = \frac{0,283}{127,42 \times 196} = 0,0113 \times 10^{-3} \frac{\text{kg toluène}}{\text{h} \times \text{dm}^3 \times \text{ppm}}$$

5 Les données ci-dessus ont été extrapolées.

Concentration en toluène dans l'eau à l'entrée : 200 ppm.

Concentration en toluène dans l'eau à la sortie: 5 ppm.

Débit-masse d'eau : 453.600 kg/h.

Débit-masse d'air : 18.144 kg/h, quantité qui

10 peut être utilisée dans un incinérateur.

A partir de considération d'équilibre du matériau, la concentration en toluène dans l'air à la sortie,  $y_1$ , était :

$$y_1 = 4.875 \text{ ppm de toluène dans l'air.}$$

La concentration en toluène dans l'eau,  $x_1$ , en équilibre avec

15  $y_1$  :

$$x_1 = 30 \text{ ppm de toluène dans l'eau}$$

(Cette valeur peut être obtenue à partir du graphique n° 1).

Gradient de concentration pour la conception :

$$(\Delta C)_m = 47 \text{ ppm toluène}$$

20 Volume du garnissage :

$$V = \frac{N}{(k_L a) (\Delta C)_m} = \frac{88,12}{0,0113 \times 10^{-3} \times 47} = 165.931 \text{ dm}^3 \text{ de garniture.}$$

Dimensionnement de la colonne (approximativement) :

$$\text{Section transversale : } A = \frac{453.600}{311} = 1.458,5 \text{ dm}^2$$

25 Diamètre : 4,29 m.

$$\text{Hauteur de la garniture : } h = \frac{V}{A} = \frac{165.931}{1.458,5} = 11,37 \text{ m.}$$

Le dimensionnement final de la colonne devrait être soumis aux mêmes considérations que celles exprimées à la fin de l'exemple 1.

REVENDEICATIONS

1. Procédé d'élimination de composés polluants contenus dans l'eau, caractérisé en ce qu'il consiste :

- 5 (1) à faire passer un premier courant d'air en contact avec un second courant d'eau usée contenant des composés polluants qui sont non miscibles ou seulement partiellement miscibles avec l'eau usée et qui ont une volatilité relativement grande, telle que révélée par un point d'ébullition de 150°C ou moins à la pression atmosphérique et
- 10 (2) à séparer un 3ème courant d'eau usée à partir de l'air, 3ème courant qui a une teneur en composés polluants plus petite que le second courant et à éliminer un 4ème courant d'air, séparé de l'eau usée et renfermant les composés polluants.

2. Procédé selon la Revendication 1 caractérisé en ce que

15 l'air est mis en contact avec l'eau usée à une température comprise entre 0 et 95°C.

3. Procédé selon la Revendication 1 caractérisé en ce que l'eau usée est à une température comprise entre 0 et 60°C.

4. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que

20 l'air est mis en contact avec l'eau usée dans une colonne garnie.

5. Procédé selon la Revendication 4 caractérisé en ce que le volume de garniture de la colonne garnie est déterminé par l'équation

25 
$$N = (K_L a) V (\Delta C)_m$$

dans laquelle N est le poids de composés polluants exprimé en kg x 0,453 à éliminer par heure, V est le volume de garnissage exprimé en dm<sup>3</sup> x 28,316, (K<sub>L</sub>a) est le coefficient de

transfert de masse exprimé en poids de composé polluant en  $\text{kg} \times 0,453$  éliminé par heure par  $\text{dm}^3 \times 28,316$  et par unité de gradient de concentration,  $(\Delta C_m)$  est la moyenne logarithmique du gradient de concentration.

- 5 6. Procédé selon la Revendication 5 caractérisé en ce que  $(\Delta C_m)$  est déterminé en traçant une courbe d'équilibre empirique du pourcentage de composé polluant dans l'air par rapport au pourcentage de composé polluant dans l'eau, puis en traçant la courbe de fonctionnement voulue pour la colonne
- 10 garnie, la distance moyenne entre les courbes étant  $(\Delta C_m)$ .
7. Procédé selon la Revendication 6 caractérisé en ce que  $(k_L a)$ , le coefficient de transfert de masse, est déterminé empiriquement pour un garnissage donné.
8. Procédé selon la Revendication 4 caractérisé en ce que le
- 15 volume de la colonne garnie est déterminé en évaluant d'abord le nombre d'étages théoriques de la colonne ce qui est fait en traçant une courbe d'équilibre empirique du pourcentage de composé contaminant dans l'air par rapport au pourcentage de composé contaminant dans l'eau, puis en traçant la courbe de
- 20 fonctionnement voulue pour la colonne garnie et en traçant ensuite des triangles successifs entre les courbes, en tirant des lignes verticales et horizontales entre celles-ci à partir du point supérieur de la courbe correspondant au pourcentage de composé polluant dans l'air que l'on désire avoir à la
- 25 sortie de la colonne et jusqu'au point inférieur correspondant au pourcentage de composé polluant dans l'eau usée quittant la colonne égal ou inférieur à la concentration voulue ou acceptable, chaque triangle constituant un étage théorique.

9. Procédé selon la Revendication 7 caractérisé en ce que l'on élimine au moins 40 % des composés polluants de l'eau usée.
10. Procédé selon la Revendication 7 caractérisé en ce que  
5 les composés polluants sont choisis parmi le benzène, le chlorobenzène, le xylène, le toluène, le chlorure de méthyle, le chloroforme, le trichloro-éthylène, etc.
11. Procédé selon la Revendication 7 caractérisé en ce que l'élimination des composés polluants à partir de l'eau usée  
10 atteint 99,99 % en poids.
12. Procédé selon la Revendication 1 caractérisé en ce que le second courant d'eau usée passe d'abord dans un réservoir de flottation pour éliminer les impuretés, puis dans des réservoirs d'ajustage de pH où une base est ajoutée de manière  
15 à neutraliser tout acide se trouvant dans l'eau usée.
13. Procédé selon la Revendication 12 caractérisé en ce que, après les réservoirs d'ajustage de pH, ledit second courant d'eau usée est acheminé dans un réservoir de précipitation où se dépose tout précipité résultant de l'addition de la  
20 base, après quoi ce second courant est introduit dans la colonne garnie.
14. Procédé selon la Revendication 13 caractérisé en ce qu'après que le 3ème courant d'eau usée ait été enlevé de la colonne garnie, il passe dans un réservoir de neutralisation où il est neutralisé à l'aide d'un acide, après quoi il  
25 peut être renvoyé au milieu environnant.
15. Procédé selon la Revendication 1 caractérisé en ce que ledit 4ème courant d'air est introduit comme air de combustion dans un incinérateur.

16. Procédé d'élimination de composés polluants  
contenus dans de l'eau usée selon la revendication 1, con-  
sistant :

- a) à faire passer un second courant d'eau usée  
5 dans un réservoir de flottation pour éliminer les impuretés  
flottantes, puis à transférer ce second courant dans un ré-  
servoir d'ajustage de pH où une base est agitée pour neutra-  
liser tout acide présent dans l'eau usée ;
- b) à transférer ensuite le second courant d'eau  
10 usée dans un réservoir de précipitation où se dépose tout  
précipité résultant de l'addition de la base, procédé cara-  
térisé en ce qu'il consiste ensuite
- c) à transférer le second courant d'eau usée  
vers une colonne garnie et à faire passer un premier courant  
15 d'air dans cette colonne garnie en contact avec l'eau usée,  
le volume de garnissage de la colonne garnie étant déterminé  
d'après l'équation :

$$N = (k_L a) V (\Delta C)_m$$

- 20 dans laquelle N est le poids de composés polluants exprimé  
en kg x 0,453 à éliminer par heure, V est le volume du gar-  
nissage exprimé en  $\text{dm}^3$  x 28,316,  $(k_L a)$  est le coefficient  
de transfert de masse exprimé en poids de composé polluant  
en kg x 0,453 éliminé par heure par  $\text{dm}^3$  x 28,316 et par  
25 unité de gradient de concentration,  $(\Delta C)_m$  est la moyenne  
logarithmique du gradient de concentration, les composants  
polluants étant non miscibles ou seulement partiellement  
miscibles avec l'eau usée et ayant un point d'ébullition  
de 150°C ou moins à la pression atmosphérique, la colonne  
30 étant maintenue à une température comprise entre 0 et 95°C ;

d) à enlever un 3ème courant d'eau usée à partir  
de la colonne garnie, 3e courant duquel 40 % au moins des  
composés polluants ont été éliminés ;

- e) à enlever un 4e courant d'air à partir de cette  
35 colonne, cet air renfermant les composés polluants en cause et  
à introduire cet air dans un incinérateur comme air de com-  
bustion ; et

f) à transférer le 3e courant d'eau usée dans un  
réservoir de neutralisation où l'eau usée est neutralisée à  
l'aide d'un acide.

lonne garnie, 3ème courant duquel 40 % au moins des composés polluants ont été éliminés,

(e) à enlever un 4ème courant d'air à partir de cette colonne, cet air renfermant les composés polluants en cause et à  
5 introduire cet air dans un incinérateur comme air de combustion et,

(f) à transférer le 3ème courant d'eau usée dans un réservoir de neutralisation où l'eau usée est neutralisée à l'aide d'un acide.

Fig. 1.

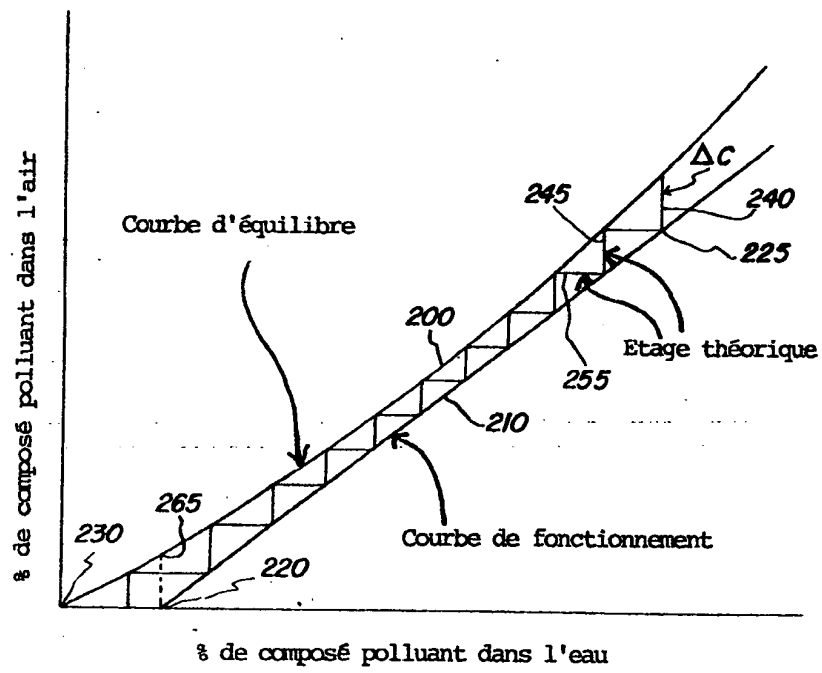


Fig. 2.

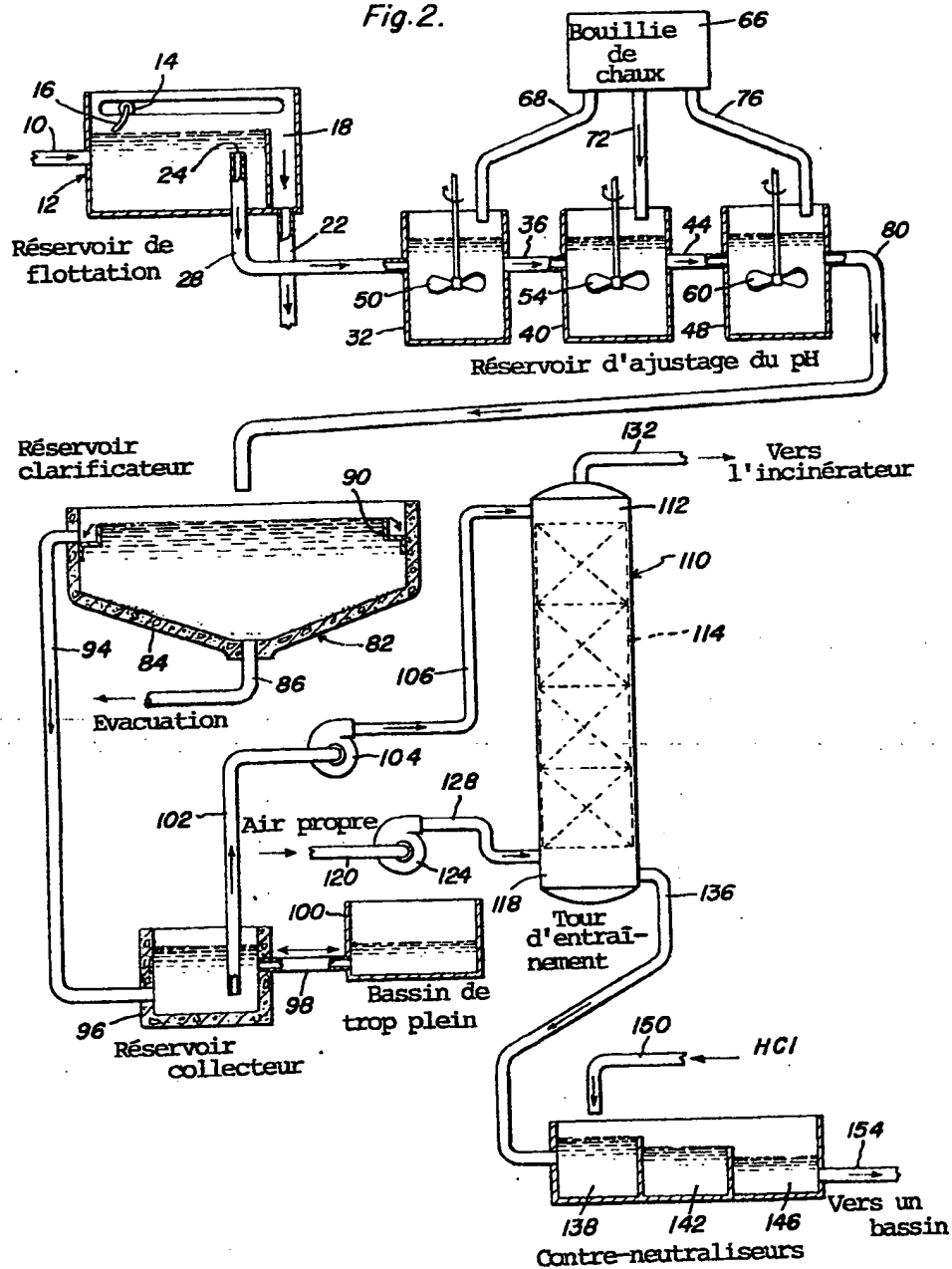




Fig.3.

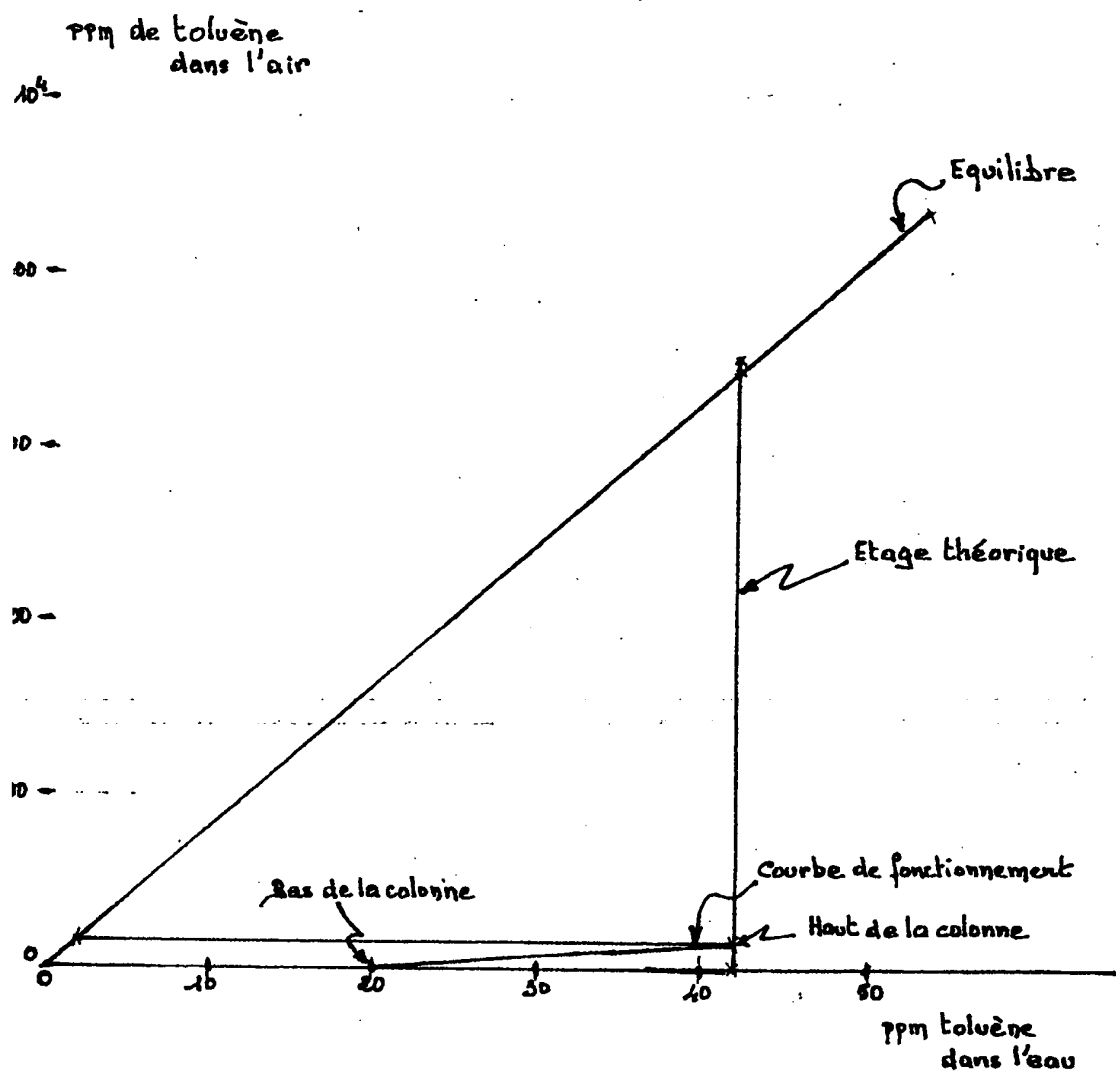


Fig. 4.

Concentrations en toluène

Système Air-eau 16°C

